Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Région des Maritimes
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Réponse des Sciences 2012/035

PRÉVISIONS DU MODÈLE DEPOMOD POUR UN SITE AQUACOLE À CHENEY HEAD AU NOUVEAU-BRUNSWICK

Contexte

Le 19 avril 2012, Pêches et Océans Canada, Division de la gestion de l'habitat, région des Maritimes, a demandé à ce que le secteur des Sciences du MPO procède à l'essai du modèle DEPOMOD lié aux dépôts organiques pour un site de pisciculture situé à Cheney Head, près de l'île Grand Manan, au Nouveau-Brunswick. La demande d'avis scientifique repose sur l'examen par la Division de la gestion de l'habitat d'une demande d'augmentation de la production au site aquacole de poisson marin existant. Plus précisément, la Division de la gestion de l'habitat a demandé à savoir ce qui suit :

1) Lorsque la remise en suspension est désactivée pour le modèle DEPOMOD, quelle est la zone de vulnérabilité concernant l'enrichissement organique prévu pour le site d'aquaculture proposé à Cheney Head avec un niveau de stock de 500 000 poissons :
    i) au taux d'alimentation maximal quotidien?
    ii) au taux d'alimentation moyen quotidien?

2) Lorsque la remise en suspension est activée pour le modèle DEPOMOD, quelle est la zone de vulnérabilité concernant l'enrichissement organique prévu pour le site d'aquaculture proposé à Cheney Head avec un niveau de stock de 500 000 poissons :
    i) au taux d'alimentation maximal quotidien?
    ii) au taux d'alimentation moyen quotidien?

3) À quel taux d'alimentation quotidien le taux de dépôt de 5 g C m^{-2} d^{-1} par jour serait-il dépassé, et quel serait le niveau de stock en utilisant le modèle DEPOMOD :
    i) avec remise en suspension désactivée?
    ii) avec remise en suspension activée?

4) Avec les taux d'alimentation du site de Cheney Head au cours de la surveillance du premier niveau en 2010 et en 2011, comment les prévisions du modèle DEPOMOD se comparent-elles aux résultats de surveillance réels lorsque le modèle est utilisé :
    i) avec remise en suspension désactivée?
    ii) avec remise en suspension activée?

Le processus spécial de réponse des Sciences (PSRS) de Pêches et Océans Canada a été utilisé pour répondre à cette demande en raison de l'échéance serrée pour la transmission des recommandations, fixée au 15 juin 2012. Ce rapport de réponse des Sciences a été élaboré et révisé par courriel. Aucune réunion d'examen n'a eu lieu.

Renseignements de base

La Division de la gestion de l'habitat, région des Maritimes, examine une demande d'augmentation de la production à un site aquacole de poisson marin existant à Cheney Head, près de l'île Grand Manan, au Nouveau-Brunswick (voir annexe 2, figure 2.1), pour déterminer si cette augmentation est susceptible d'avoir des effets néfastes sur le poisson et son habitat en vertu de la *Loi sur les pêches*. Le Ministère offrira des conseils au ministère de l'Agriculture, des Pêches et de l'Aquaculture du Nouveau-Brunswick dans le cadre du procédé provincial d'application lié aux augmentations de la production. Cette exploitation avait chargé cinq cages en 2010 et souhaite maintenant augmenter à 18 cages. Les renseignements sur la taille, la profondeur, la densité de mise en charge et les taux d'alimentation relatifs auxdites cages sont fournis dans les tableaux 2.4 et 2.5 (annexe 2), et l'orientation des cages est illustrée dans les figures 2.4 et 2.5 (annexe 2). L'évaluation des risques de la Division de la gestion de l'habitat relativement au projet de développement de l'aquaculture proposé a relevé le risque que l'enrichissement organique ait des conséquences sur l'habitat du poisson à proximité du site de développement proposé.

Analyse

Le logiciel DEPOMOD (version 2) a été utilisé pour prévoir les dépôts dans le champ proche de déchets solides organiques provenant de l'exploitation proposée. Le modèle DEPOMOD est un modèle informatique conçu en Écosse et offert sur le marché (Cromey *et al.* 2000, 2002). Il a notamment servi à prévoir les effets de l'élevage du saumon sur le benthos en Colombie-Britannique (Chamberlain et Stucchi 2007; Chamberlain *et al.* 2005). Des études sur l'utilisation du modèle DEPOMOD ont aussi été menées dans certaines exploitations salmonicoles proposées du sud-ouest du Nouveau-Brunswick (SONB) et de la Nouvelle-Écosse (Page *et al.* 2009; MPO 2009; MPO 2012; Chang *et al.* 2012).

Grâce à des données sur l'emplacement des cages et leurs dimensions, le taux d'alimentation par cage, la vitesse du courant, la bathymétrie, les taux de déchets alimentaires et le taux de particules fécales qui sombrent, le modèle DEPOMOD estime la répartition spatiale du carbone organique sur le fond marin aux environs du site (en g C m^{-2} d^{-1}) obtenue à l'aide des estimations en matière de déchets alimentaires et d'excréments produits par les poissons d'élevage en cage. Ces taux de dépôt sont liés à la classification benthique des exploitations piscicoles du sud-ouest du Nouveau-Brunswick, elle-même obtenue grâce à la concentration en sulfures des sédiments (NBDENV 2006); voir le tableau 2.2 de l'annexe 2 (d'après des données de Hargrave *et al.* 2008 et Hargrave 2010). Il convient de noter que la relation illustrée dans ce tableau repose sur les résultats d'études menées dans des régions où la remise en suspension ne représentait probablement pas un important facteur contribuant aux conditions benthiques observées (p. ex. sites dont le fond affichait des vitesses de courant faibles).

Le modèle DEPOMOD comprend un module de remise en suspension qui peut être activé ou désactivé. Lorsque le module de remise en suspension est désactivé, les résultats découlant du modèle représentent le taux initial de dépôt de déchets prévu par suite d'aliments non consommés et d'excréments. Lorsque le module de remise en suspension est activé, certains des déchets déposés sont transportés hors de l'exploitation. Le module de remise en suspension a été validé à certaines exploitations salmonicoles écossaises (Cromey *et al.* 2002), où les vitesses moyennes du courant près du fond étaient faibles (de 3,6 à 6,2 cm s^{-1}). Cependant, il a été établi à une exploitation de la Colombie-Britannique, où la vitesse moyenne du courant près du fond était plus élevée (7,9 cm s^{-1}), que le module de remise en suspension du modèle DEPOMOD surestimait le transport des particules hors des exploitations lorsqu'il

était activé (Chamberlain et Stucchi 2007). Il semble que ce soit également le cas à certaines exploitations du sud-ouest du Nouveau-Brunswick où le modèle DEPOMOD a été testé, à l'exception de celles où les vitesses du courant sont très basses (Chang *et al.* 2012). Cela laisse supposer que les prédictions du modèle DEPOMOD (lorsque la remise en suspension est activée) devraient être utilisées avec précaution, puisqu'on ne sait pas si le seuil de la vitesse du courant pour la remise en suspension, soit environ 9,5 cm s^{-1} (près du fond), et le temps de consolidation de quatre jours sont appropriés pour les conditions de l'exploitation examinée dans la présente étude. Lors d'une réunion de consultation scientifique du MPO tenue en février 2005, on a recommandé la désactivation du module de remise en suspension lorsque le modèle DEPOMOD est utilisé pour évaluer les répercussions liées à l'aquaculture (MPO 2005).

Vous trouverez ci-dessous une description des données de sortie par la modélisation DEPOMOD qui ont été réalisées pour le site aquacole proposé. À l'annexe 1 se trouvent les détails concernant les données d'entrée et la méthodologie utilisées pour procéder à la modélisation DEPOMOD.

Réponse

Vitesse du courant

Les renseignements concernant la collecte de données sur la vitesse du courant se trouvent à l'annexe 1. Les rosaces directionnelles du courant liées au site proposé, elles, sont présentées à l'annexe 2 (figure 2.2). Essentiellement, le courant à toutes les trois profondeurs était de direction sud, quoique l'on ait observé un certain mouvement d'eau au nord-nord-ouest.

Les histogrammes et les données sommaires concernant les vitesses du courant se trouvent à la figure 2.3 et au tableau 2.8 (annexe 2). Les vitesses du courant étaient élevées, et il y avait peu de différence entre les vitesses minimales, moyennes et maximales parmi les trois zones de profondeur. Le pourcentage d'enregistrements de la vitesse du courant près du fond (4,5 m au-dessus du fond marin) qui dépassent le seuil de remise en suspension d'environ 9,5 cm s^{-1} du modèle DEPOMOD était élevé, c'est-à-dire de 69 %.

Taux de dépôt de carbone (niveau de stock total de 500 000 poissons)

Le tableau 2.9 à l'annexe 2 présente le calcul du bilan massique lié aux prévisions du modèle DEPOMOD pour un niveau de stock total de 500 000 poissons. En ce qui concerne les taux d'alimentation maximal (902 kg d^{-1}) et moyen (255 kg d^{-1}), toutes les particules de déchets sont restées dans le domaine du modèle lorsque la remise en suspension était désactivée, mais toutes les particules de déchets sont sorties du domaine du modèle lorsque la remise en suspension était activée.

Sans remise en suspension

S'il n'y a pas de remise en suspension, le modèle DEPOMOD prévoit qu'en utilisant le taux d'alimentation **maximal** proposé (902 kg d^{-1}), de grandes zones auront des taux de dépôt de carbone élevés (tableau 2.10 et figure 2.4 de l'annexe 2) : 48 800 m^2 ayant des taux de dépôt de carbone de plus de 5 g C m^{-2} d^{-1} et 33 800 m^2 en conditions anoxiques (> 10 g C m^{-2} d^{-1}).

S'il n'y a pas de remise en suspension, on prévoit qu'en utilisant le taux d'alimentation **moyen** proposé (255 kg d^{-1}), la zone ayant des taux de dépôt de plus de 5 g C m^{-2} d^{-1} sera réduite à

7 400 m^2 et qu'il n'y aura aucune zone en conditions anoxiques (tableau 2.11 et figure 2.4 de l'annexe 2).

Le taux de dépôt prévu le plus élevé dans le domaine du modèle DEPOMOD, en utilisant le taux d'alimentation maximal proposé, est de 22 g C m^{-2} d^{-1}, taux plus de trois fois plus élevé qu'en utilisant le taux d'alimentation moyen proposé, soit 6,2 g C m^{-2} d^{-1}.

Le taux d'alimentation estimatif qui maintiendrait le taux de dépôt prévu supérieur ou égal à 5 g C m^{-2} d^{-1} dans toutes les cellules de la grille du domaine du modèle DEPOMOD (basé sur la relation entre le taux d'alimentation et le taux de dépôt prévu le plus élevé dans le domaine du modèle DEPOMOD; voir annexe 2, tableau 2.12) est de 205 kg d^{-1} par cage (en supposant le même nombre de cages). Au cours de la période d'alimentation la plus intense (lorsque la biomasse de poissons est la plus élevée), ce taux d'alimentation nourrirait 6 300 poissons par cage (au lieu de 27 777 poissons si l'on utilise le niveau de stock proposé; voir annexe 2, tableau 2.13).

Avec remise en suspension

S'il y a remise en suspension, on n'observe aucun dépôt de déchets dans le domaine du modèle en utilisant les taux d'alimentation maximal et moyen; en utilisant les deux taux d'alimentation, les taux de dépôt prévus les plus élevés dans le domaine du modèle DEPOMOD sont de moins de 0,1 g C m^{-2} d^{-1}. Ainsi, en utilisant les taux d'alimentation maximal et moyen proposés, il n'y avait aucune zone avec des taux de dépôt de plus de 5 g C m^{-2} d^{-1} (voir annexe 2, tableaux 2.10 et 2.11).

La vitesse moyenne du courant près du fond au site de Cheney Head (14,9 cm s^{-1}) était beaucoup plus élevée que les vitesses moyennes du courant près du fond relevées dans les études de Cromey *et al.* (2002) et de Chamberlain et Stucchi (2007).

Taux de dépôt de carbone (en 2010 et en 2011; niveau de stock total de 100 000 poissons)

La surveillance du premier niveau a été effectuée au site de Cheney Head le 2 septembre 2010 et le 9 septembre 2011. Au cours des deux années, trois échantillons de sédiments ont été prélevés à deux endroits (voir annexe 2, figure 2.5). Les concentrations moyennes de sulfure dans les sédiments aux deux stations de surveillance du premier niveau en septembre 2010 étaient de 222 et 476 µM (toutes deux de catégorie oxique A), alors que la concentration maximale de sulfure (des six sous-échantillons) était de 713 µM (oxique A au deuxième niveau). Les concentrations moyennes de sulfure dans les sédiments aux deux stations de surveillance du premier niveau en septembre 2011 étaient de 219 et 1 191 µM (oxique A et oxique B; la moyenne générale se trouvant dans la catégorie oxique A), alors que la concentration maximale de sulfure (des six sous-échantillons) était de 1 580 µM (hypoxique A au deuxième niveau).

En utilisant la configuration des cages, le niveau de stock et les taux d'alimentation par cage en septembre 2010 (sans remise en suspension), les taux de dépôt prévus aux stations de surveillance de premier niveau en septembre 2010 étaient de 1,3 et de 2,9 g C m^{-2} d^{-1} (oxique B et hypoxique A), alors que le taux de dépôt maximal prévu était de 3,4 g C m^{-2} d^{-1} (hypoxique A près du deuxième niveau) (voir annexe 2, tableau 2.14). Il n'y avait aucune zone avec des taux de dépôt de plus de 5 g C m^{-2} d^{-1} (voir annexe 2, tableau 2.15 et figure 2.3). Lorsque le module de remise en suspension était activé, il n'y avait aucun dépôt de déchets dans le domaine du modèle.

En utilisant la configuration des cages, le niveau de stock et les taux d'alimentation par cage en septembre 2011 (sans remise en suspension), les taux de dépôt prévus aux stations de surveillance de premier niveau en septembre 2011 étaient de 13,1 et de 19,1 g C m^{-2} d^{-1} (tous deux dans la catégorie anoxique), alors que le taux de dépôt maximal prévu était de 22,1 g C m^{-2} d^{-1} (anoxique près du deuxième niveau) (voir annexe 2, tableau 2.14). On a observé une zone de 14 900 m^2 dont les taux de dépôt étaient de plus de 5 g C m^{-2} d^{-1}, y compris 8 800 m^2 affichant des taux anoxiques (voir annexe 2, tableau 2.15 et figure 2.5). Lorsque le module de remise en suspension était activé, il n'y avait aucun dépôt de déchets dans le domaine du modèle.

Au cours des deux années, on a observé des relations positives entre les concentrations de sulfure des sédiments du premier niveau et les taux de dépôt de carbone prévus par le modèle DEPOMOD (sans remise en suspension) aux mêmes stations (voir annexe 2, figure 2.6). En 2011, les taux de dépôt prévus par le modèle DEPOMOD étaient toutefois environ dix fois plus élevés qu'en 2010 (pour des concentrations équivalentes de sulfure).

Les résultats indiquent que le modèle DEPOMOD, lorsque son module de remise en suspension était désactivé, surestimait la quantité de déchets déposés sur le fond marin sous l'exploitation, notamment en 2011. Par ailleurs, lorsque son module de remise en suspension était activé, le modèle DEPOMOD a sous-estimé la quantité de dépôts situés sous l'exploitation au cours des deux années.

Sommaire

Les réponses ci-dessous aborderont les questions précises posées par la Division de la gestion de l'habitat. Ces réponses supposent que la zone de vulnérabilité est la zone où le modèle DEPOMOD prédit que le taux de dépôt de carbone sera plus élevé que 5 g C m^{-2} d^{-1}.

1) Lorsque la remise en suspension est désactivée pour le modèle DEPOMOD, quelle est la zone de vulnérabilité concernant l'enrichissement organique prévu pour le site d'aquaculture proposé à Cheney Head avec un niveau de stock de 500 000 poissons :

   i) au taux d'alimentation maximal quotidien (tout au long du cycle de production) : 48 800 m^2;
   ii) au taux d'alimentation moyen quotidien (tout au long du cycle de production) : 7 400 m^2.

2) Lorsque la remise en suspension est activée pour le modèle DEPOMOD, quelle est la zone de vulnérabilité concernant l'enrichissement organique prévu pour le site d'aquaculture proposé à Cheney Head avec un niveau de stock de 500 000 poissons :

   i) au taux d'alimentation maximal quotidien (tout au long du cycle de production) : 0 m^2;
   ii) au taux d'alimentation moyen quotidien (tout au long du cycle de production) : 0 m^2.

3) À quel taux d'alimentation quotidien le taux de dépôt de 5 g C m^{-2} d^{-1} par jour serait-il dépassé au site (dans toute cellule du domaine du modèle DEPOMOD), et quel serait le niveau de stock en utilisant le modèle DEPOMOD :

   i) sans remise en suspension : taux d'alimentation de 205 kg d^{-1} par cage; niveau de stock de 6 300 poissons par cage (en supposant le même nombre de cages);
   ii) avec remise en suspension : les taux de dépôt n'ont jamais dépassé 5 g C m^{-2} d^{-1} dans le domaine du modèle DEPOMOD.

4) Avec les taux d'alimentation du site de Cheney Head au cours de la surveillance du premier niveau en 2010 et en 2011, comment les prévisions du modèle DEPOMOD se comparent-elles aux résultats de surveillance réels lorsque le modèle est utilisé :

   i) sans remise en suspension : les taux de dépôt prévus par le modèle DEPOMOD étaient considérablement plus élevés que les répercussions observées. Les taux de dépôt prévus aux deux stations de surveillance du premier niveau en septembre 2010 étaient de catégories oxique B et hypoxique A, et le taux de dépôt maximal prévu se trouvait dans la catégorie hypoxique A. Les concentrations moyennes de sulfure dans les sédiments aux deux stations de surveillance du premier niveau en septembre 2010 se trouvaient dans la catégorie oxique A, tout comme la concentration maximale de sulfure (de tous les sous-échantillons). Les taux de dépôt prévus aux deux stations de surveillance du premier niveau en septembre 2011, de même que le taux de dépôt maximal prévu, étaient de catégorie anoxique. Les concentrations moyennes de sulfure dans les sédiments aux deux stations de surveillance du premier niveau en septembre 2011 se trouvaient dans les catégories oxique A et oxique B, alors que la concentration maximale de sulfure (de tous les sous-échantillons) se trouvait dans la catégorie hypoxique A.

   ii) avec remise en suspension : pour les deux années, le modèle DEPOMOD n'avait prévu aucun dépôt dans le domaine du modèle, tandis que la surveillance du premier niveau indiquait des concentrations de sulfure légèrement au-dessus des niveaux naturels qui affichaient toutefois des moyennes générales dans la catégorie oxique A au cours des deux années.

Conclusions

Lorsqu'il n'y a pas de remise en suspension et en utilisant le taux d'alimentation maximal proposé, le modèle DEPOMOD prévoit une grande zone (48 800 m^2) avec des taux de dépôt de plus de 5 g C m^{-2} d^{-1}, y compris une zone de 33 800 m^2 avec des taux de dépôt supérieurs à 10 g C m^{-2} d^{-1} (des taux de dépôt qui pourraient mener à l'anoxie des sédiments, d'après les relations établies par Hargrave *et al.* [2008] et Hargrave [2010]). En utilisant le taux d'alimentation moyen proposé (et lorsqu'il n'y a pas de remise en suspension), certaines zones ont des effets élevés (zone de 7 400 m^2 avec des taux de dépôt supérieurs à 5 g C m^{-2} d^{-1}), mais aucune n'a des taux de dépôt supérieurs à 10 g C m^{-2} d^{-1}.

S'il y a remise en suspension, le modèle DEPOMOD ne prévoit aucun dépôt dans le domaine du modèle en utilisant les taux d'alimentation maximal et moyen.

Une réduction considérable du taux d'alimentation et du niveau de stock serait nécessaire pour maintenir les taux de dépôt prévus par le modèle DEPOMOD inférieurs ou égaux à 5 g C m^{-2} d^{-1} dans toutes les cellules de la grille du domaine du modèle au moment de l'alimentation la plus intense (lorsque la biomasse de poissons est au point le plus élevé) au site, selon les prévisions du modèle DEPOMOD sans remise en suspension.

Il semble que les prévisions du modèle DEPOMOD sans remise en suspension ont surestimé les répercussions réelles sur le fond marin mesurées dans le cadre de la surveillance du premier niveau de ce site effectuée en 2010 et en 2011 (lorsque le site possédait 100 000 poissons répartis dans cinq cages), alors que les prévisions du modèle DEPOMOD avec remise en suspension ont sous-estimé lesdites répercussions. Il convient de noter que le

MPO (2005) a recommandé la désactivation du module de remise en suspension lorsque le modèle DEPOMOD est utilisé pour évaluer les répercussions liées à l'aquaculture.

Les conclusions susmentionnées sont tirées de l'hypothèse selon laquelle le relevé du courantomètre est représentatif de la zone d'intérêt et les taux de dépôt prévus sont liés aux concentrations de sulfures et d'oxygène dans les sédiments, comme l'indique Hargrave (2010).

Collaborateurs

Nom	*Affiliation*
J. Chamberlain	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique
B. Chang	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
R. Losier	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
F. Page	Secteur des Sciences du MPO, région des Maritimes
T. Sutherland	Secteur des sciences du MPO, région du Pacifique

Approuvé par :

Sherry Niven
Directrice régionale par intérim, secteur des Sciences
MPO, Région des Maritimes
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Téléphone : 902-426-3490

Date : Le 17 août 2012

Sources de renseignements

Chamberlain, J., and Stucchi, D. 2007. Simulating the effects of parameter uncertainty on waste model predictions of marine finfish aquaculture. Aquaculture 272: 296-311.

Chamberlain, J., Stucchi, D., Lu, L., and Levings, C. 2005. The suitability of DEPOMOD for use in the management of finfish aquaculture sites, with particular reference to Pacific Region. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2005/035. ii + 53 p. Accès : http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/DocREC/2005/RES2005_035_e.pdf (consulté en juillet 2012).

Chang, B.D., Page, F.H., Losier, R.J., and McCurdy, E.P. 2012. Predicting organic enrichment under marine finfish farms in southwestern New Brunswick, Bay of Fundy: comparisons of model predictions with results from spatially-intensive sediment sulfide sampling. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2012/078.

Cromey, C.J., Nickell, T.D., and Black, K.D. 2000. DEPOMOD (v2.2.1) user manual. Scottish Environment Protection Agency, Stirling, UK.

Cromey, C.J., Nickell, T.D., and Black, K.D. 2002. DEPOMOD – modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. Aquaculture 214: 211-239.

Hargrave, B.T. 2010. Empirical relationships describing benthic impacts of salmon aquaculture. Aquacult. Environ. Interact. 1: 33-46.

Hargrave, B.T., Holmer, M., and Newcombe, C.P. 2008. Towards a classification of organic enrichment in marine sediments based on biogeochemical indicators. Mar. Poll. Bull. 56: 810-824.

MENVNB (ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick). 2006. Le Programme de gestion environnementale pour l'industrie aquacole des poissons de mer en cage au Nouveau-Brunswick, version 2.0. MENVNB, Fredericton (N.-B.). 21 p. Accès : http://www.gnb.ca/0009/0369/0017/pdfs/0010-f.pdf (consulté en juillet 2012).

MPO. 2005. Évaluation de la pisciculture en cages dans le milieu marin. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/034.

MPO. 2009. Courants, trajectoires des bouées dérivantes et potentiel de pénétration dans la ZMP de Musquash des particules organiques rejetées dans l'anse Little Musquash. Secr. can. de consult. sci. du MPO., Rép. des Sci. 2009/001. Accès : http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/Publications/ScR-RS/2009/2009_001_f.pdf (consulté en juillet 2012).

MPO. 2012. Examen des prévisions du modèle DEPOMOD par rapport aux observations en matière de concentrations de sulfures autour de cinq sites de salmoniculture dans le sud-ouest du Nouveau-Brunswick. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2012/042.

Page, F.H., Chang, B., Losier, R., and McCurdy, P. 2009. Water currents, drifter trajectories, and the estimated potential for organic particles released from a proposed salmon farm operation in Little Musquash Cove, southern New Brunswick to enter the Musquash Marine Protected Area. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2009/003. Accès : http://www.dfo-mpo.gc.ca/CSAS/Csas/Publications/ResDocs-DocRech/2009/2009_003_e.pdf (consulté en juillet 2012).

Annexes

Annexe 1 : Données d'entrée et méthodologie

Méthodologie

Les données sur l'emplacement des cages et leurs tailles, les taux d'alimentation proposés et la vitesse du courant ont été fournis par le promoteur. Les données sur la vitesse du courant ont été recueillies par la Station biologique de St. Andrews du MPO au moyen d'un profileur de courant utilitaire à effet Doppler Sentinel de Teledyne RD Instruments de 300 kHz, installé sur le fond marin dans les limites des concessions. L'emplacement, les dates et la durée du mouillage du courantomètre sont indiqués au tableau 2.1 (annexe 2). Le mouillage du courantomètre a eu lieu avant les premières activités de l'exploitation. Le profileur mesure la vitesse et la direction du courant à des intervalles de profondeur d'un mètre dans toute la colonne d'eau. Avant le mouillage, le profileur de courant à effet Doppler a été étalonné par Teledyne RD, puis on a procédé à la vérification et à la rotation de son compas.

Le modèle DEPOMOD (version 2) a été utilisé pour prévoir les taux de dépôt de carbone au moyen du scénario de distribution des aliments en continu; il s'agit du scénario habituellement utilisé pour les exploitations proposées ou opérationnelles (Cromey *et al.* 2000). Le modèle prévoit les taux de dépôt dans un domaine défini par l'utilisateur; celui-ci définit également la taille des cellules de la grille. La taille du domaine de cette étude était de 1 000 m sur 1 000 m et la taille d'une cellule de la grille était de 10 m sur 10 m. Le modèle DEPOMOD permet à l'utilisateur de définir des grilles distinctes pour les grandes et les petites tailles; toutefois, dans cette étude, une seule grille a été utilisée pour tout le domaine.

Le modèle DEPOMOD comprend un module de remise en suspension des sédiments, qui permet d'activer ou de désactiver la remise en suspension. Le modèle a d'abord été effectué sans remise en suspension, puis avec remise en suspension. Le seuil (contrainte de cisaillement critique) pour la remise en suspension dans le modèle DEPOMOD est fixé par le logiciel et correspond à une vitesse du courant près du fond d'environ 9,5 cm s^{-1}. La remise en suspension touche uniquement les particules non consolidées; le modèle a été effectué avec le temps de consolidation des particules par défaut de quatre jours, et cela laisse entendre que les particules qui restent au fond pendant au moins quatre jours sont consolidées à la matrice des sédiments des fonds marins.

Le modèle a été exécuté pendant deux cycles du relevé du courantomètre, comme le recommande le manuel du logiciel DEPOMOD afin d'établir une solution de l'état stable (Cromey *et al.* 2000). Les données de sortie sélectionnées sont le flux de carbone, en g C m^{-2} a^{-1} (au centre de chaque cellule de grille). Les valeurs du flux de carbone ont été converties en g C m^{-2} d^{-1}.

Les tracés de contours pour le taux de dépôt de carbone au centre de chaque cellule de grille ont été obtenus à l'aide du logiciel Vertical Mapper de MapInfo (version 3.1.1). La technique d'interpolation était rectangulaire; le logiciel des tracés recommande cette technique lorsque les points de données sont répartis de façon uniforme, tout comme avec les données de sortie du modèle DEPOMOD. Les valeurs par défaut de la taille des cellules et des rayons d'exploration ont été utilisées. L'intervalle entre les contours a été défini par les taux de dépôt de carbone correspondant à la classification des sédiments du tableau 2.2 (voir annexe 2). On considère que les taux de dépôt inférieurs à 0,3 g C m^{-2} d^{-1} correspondent au taux de dépôt naturel. Il

s'agit du taux de dépôt de carbone des sites de contrôle du sud-ouest du Nouveau-Brunswick rapportés dans Hargrave (1994).

Le calcul du bilan massique compare le taux total prévu, à l'aide du modèle DEPOMOD, de la production de déchets par l'exploitation (déchets alimentaires et excréments) avec le taux prévu de dépôt de déchets sur le fond marin dans le domaine du modèle. Le taux total de production de déchets a été calculé comme le taux total d'alimentation (toutes les cages combinées) multiplié par le taux de production de déchets par unité d'alimentation. Le taux de production de déchets par unité d'alimentation a été calculé par le modèle DEPOMOD à l'aide des caractéristiques d'ingestion d'agents nutritifs. À l'aide des caractéristiques d'alimentation dans le tableau 2.3 (annexe 2), le modèle a estimé le taux de production de déchets par unité d'alimentation (déchets alimentaires et excréments) à 0,044 kg de carbone par kg d'aliments. Le taux total de dépôt de déchets dans le domaine du modèle a été calculé comme la somme des taux de dépôt de déchets prévus dans toutes les cellules de grille. Le taux de dépôt de déchets dans chaque cellule de grille a été calculé comme le taux de dépôt estimé à chaque point de grille (en g C m^{-2} d^{-1}) multiplié par la taille de chaque cellule de grille (100 m^2).

Dans le cas où le taux de dépôt de carbone prévu dépasse 5 g C m^{-2} d^{-1} dans n'importe quelle cellule de grille du domaine du modèle DEPOMOD, on s'est intéressé à déterminer quel serait le taux d'alimentation le plus haut avec lequel le dépôt de carbone serait maintenu sous cette valeur dans toutes les cellules. Dans le modèle DEPOMOD (lorsque le module de remise en suspension est désactivé), la relation entre le taux d'alimentation et le taux de dépôt de carbone prévu le plus élevé (dans toutes les cellules) est une relation linéaire :

$$D_{Max} = a + bA$$

où D_{Max} est le taux de dépôt de carbone prévu le plus élevé (g C m^{-2} d^{-1}) de toutes les cellules dans le domaine du modèle DEPOMOD, A est le taux d'alimentation (kg d^{-1} par cage), a est le point de dépôt lorsqu'il n'y a aucune alimentation et b est le taux de dépôt par unité d'alimentation. Les valeurs de a et b pour n'importe quel site peuvent être déterminées en traçant le graphique du taux d'alimentation en fonction du taux de dépôt de carbone maximal prévu pour deux taux d'alimentation, ou plus, à chaque site. A_{D5}, le taux d'alimentation à l'origine de D_{Max} = 5 g C m^{-2} d^{-1} peut alors être estimé d'après la relation linéaire. P_{D5}, le plus grand nombre de poissons par cage qui permettrait de maintenir $D_{Max} \leq 5$ g C m^{-2} d^{-1}, peut alors être calculé comme suit :

$$P_{D5} = \frac{A_{D5}}{A_{Max}} P_{Proposé}$$

où A_{Max} est le taux d'alimentation maximal proposé (kg d^{-1} par cage), et $P_{Proposé}$ est le nombre de poissons par cage proposé.

Données d'entrée

Les renseignements sur la production de l'exploitation pour le nouveau niveau de stock proposé figurent dans le tableau 2.4 (voir annexe 2). On propose de mettre en charge un total de 500 000 saumoneaux répartis dans 18 cages. La modélisation DEPOMOD a été faite en utilisant les taux d'alimentation moyen et maximal proposés par cage.

Cette exploitation exerce ses activités depuis 2010, année où l'on y a mis en charge un total d'environ 100 000 saumons répartis dans cinq cages (voir annexe 2, tableau 2.5). La

surveillance du premier niveau dans le cadre du plan de surveillance environnementale a été effectuée à l'automne 2010 et à l'automne 2011. Les taux d'alimentation par cage ont été fournis par l'exploitant pour des périodes correspondant aux dates où la surveillance du premier niveau a été effectuée en 2010 et en 2011 (voir annexe 2, tableau 2.3). La modélisation DEPOMOD était alors faite à l'aide de ces taux d'alimentation pour un total de 100 000 poissons répartis dans cinq cages (20 000 poissons par cage).

Pour la vitesse du courant, des enregistrements horaires (pas de temps par défaut) ont été extraits des fichiers de données brutes du courantomètre pour trois zones de profondeur (nombre de zones recommandé par Cromey *et al.* 2002), une fois les fichiers vérifiés pour détecter les erreurs. Les trois zones de profondeur étaient : proche de la surface, mi-profondeur et proche du fond (annexe 2 : tableau 2.6).

Les données bathymétriques ont été obtenues auprès du Service hydrographique du Canada (SHC). Les données indiquent que le fond marin dans les environs du site est incliné vers le bas de l'ouest à l'est, avec une profondeur moyenne (par rapport au zéro des cartes, marée normale la plus basse) dans la concession de 15,2 m (plage de 8,7 à 18 m). Une grille de valeurs de profondeur, qui correspondent au centre de chaque cellule de grille DEPOMOD, a été créée par interpolation des données du SHC.

La hauteur de marée moyenne (niveau d'eau moyen au-dessus du zéro des cartes) a été fixée à 3,1 m au-dessus du zéro des cartes dans l'écran principal de dialogue et de saisie du logiciel DEPOMOD, à l'aide des données du Service hydrographique du Canada du port de référence ou secondaire le plus près (Outer Wood Island, Nouveau-Brunswick). Les données sur le niveau d'eau moyen se trouvent dans la dernière édition de l'Annuaire canadien des marées et des courants, volume 1 (côte de l'Atlantique et baie de Fundy).

Les autres valeurs d'entrée du modèle DEPOMOD se trouvent dans le tableau 2.7 de l'annexe 2. Dans la plupart des cas, ces valeurs sont des valeurs recommandées par la Colombie-Britannique (Stucchi et Chamberlain 2005) ou des valeurs par défaut.

Annexe 2 : Tableaux et figures

Tableau 2.1. Emplacement, dates et durée du mouillage du courantomètre à l'exploitation salmonicole de Cheney Head (voir figure 2.1).

Endroit	Mouillage	Latitude	Longitude	Date de début	Date de fin	Durée (jours)
Cheney Head (MF-503)	CM308	44.65452 °N	66.70890 °O	Le 28 août 2002	Le 8 octobre 2002	41

Tableau 2.2. Classifications des sites des exploitations piscicoles au Nouveau-Brunswick (NBDENV 2006) selon la concentration en sulfures des sédiments et les taux de dépôt de carbone correspondants (d'après Hargrave et al. 2008 et Hargrave 2010).

Classification du site : Nouveau-Brunswick	Concentration en sulfures des sédiments (µM)	Taux de dépôt de carbone (DEPOMOD) (g C m^{-2} d^{-1})
Oxique A	<750	<1,0
Oxique B	750–1 500	1,0–2,0
Hypoxique A	1 500–3 000	2,0–5,0
Hypoxique B	3 000–4 500	5,0–7,5
Hypoxique C	4 500–6 000	7,5–10,0
Anoxique	>6 000	>10,0

Tableau 2.3. Taux d'alimentation par cage au site de Cheney Head qui correspondent aux dates de surveillance du premier niveau (le 2 septembre 2010 et le 9 septembre 2011), avec un niveau de stock de 100 000 poissons répartis dans cinq cages.

	Taux d'alimentation moyen par cage (kg d^{-1})	
Cage	Du 29 août au 25 septembre 2010	Du 28 août au 24 septembre 2011
1	179	1 107
2	152	1 108
3	162	1 009
4	153	1 031
5	153	1 090
Moyenne	160	1 069

Tableau 2.4. Renseignements sur la production pour une augmentation proposée de la production à l'exploitation salmonicole de Cheney Head.

Paramètre	Valeur
Nombre total de poissons	500 000
Superficie des concessions	26,5 ha
Nombre de cages	18
Circonférence des cages	100 m
Diamètre des cages	32 m
Profondeur des filets des cages (sous la surface)	10 m
Nombre de poissons par cage	27 777
Taux d'alimentation moyen par cage	255 kg d^{-1}
Taux d'alimentation maximal par cage	902 kg d^{-1}

Tableau 2.5. Renseignements sur la production pour la classe d'âge de 2010 à l'exploitation salmonicole de Cheney Head.

Paramètre	Valeur
Nombre total de poissons	100 000
Superficie des concessions	26,5 ha
Nombre de cages	5
Circonférence des cages	100 m
Diamètre des cages	32 m
Profondeur des filets des cages (sous la surface)	10 m
Nombre de poissons par cage	20 000

Tableau 2.6. Données de la vitesse du courant selon la profondeur utilisées pour la modélisation DEPOMOD à l'exploitation salmonicole de Cheney Head. La profondeur moyenne est la distance entre la surface de l'eau et le plancher océanique à l'emplacement du mouillage du courantomètre, d'après les données bathymétriques et maréales du Service hydrographique du Canada.

Exploitation	Profondeur moyenne de l'eau au courantomètre (m)	Zone de profondeur	Nombre d'enregistrements à l'heure	Lieu de la zone de profondeur
Cheney Head (MF-503)	15,4	Proche de la surface	983	2,5 m sous la surface
		Mi-profondeur	983	7,5 m au-dessus du fond
		Proche du fond	983	4,5 m au-dessus du fond

Tableau 2.7. Valeur des paramètres saisis dans le modèle DEPOMOD.

Paramètre	Valeur
Module de génération de grille (valeurs établies par l'utilisateur)	
Dimensions des cellules de grille (grilles pour les grandes et les petites tailles)	10 x 10 m
Nombre de cellules de grille pour les grandes tailles	99 × 99
Nombre de cellules de grille pour les petites tailles	98 × 98
Module de suivi des particules	
Type de matière	Carbone
Type de distribution des aliments	Distribution des aliments en continu
Renseignements sur les particules (voir Stucchi et Chamberlain 2005)	
Teneur en eau des aliments	10 %[1]
Digestibilité des aliments	90 %
% d'aliments gaspillés dans les aliments distribués	3 %[2]
% de carbone dans les aliments agglomérés (poids sec)	57 %
% de carbone dans les excréments (poids sec)	33 %
Vitesse de sédimentation des aliments agglomérés (moyenne)	11,0 cm s^{-1}
Vitesse de sédimentation des excréments (moyenne ± écart-type)	3,2 ± 1,1 cm s^{-1}
Données de vitesse du courant (voir Cromey et al. *2002)*	
Zones de vitesse du courant	3 : proche de la surface, mi-profondeur, proche du fond
Pas de temps pour la vitesse du courant (valeur par défaut)	3 600 s (1 h)
Modèle de turbulence (valeurs par défaut)	
Modèle de parcours aléatoire	Oui
Coefficient de dispersion (x)	0,100 m^{2} s^{-1}
Coefficient de dispersion (y)	0,100 m^{2} s^{-1}
Coefficient de dispersion (z)	0,001 m^{2} s^{-1}
Modèle de trajectoire des particules (valeurs par défaut)	
Nombre de particules libérées (pour chaque type de particule, par cage et à chaque pas de temps)	10
Précision de l'évaluation de la trajectoire (pas de temps modèle)	Élevée (60 s)
Module de remise en suspension	
Nombre de boucles pour lequel le modèle est exécuté (Cromey *et al.* 2000)	2
Temps de consolidation des particules (valeur par défaut)	4 jours
Seuil d'érosion critique (non ajustable)	9,5 cm s^{-1}

[1]La teneur en eau/le pourcentage d'humidité sont habituellement inférieurs à 10 % (Peterson *et al.* 2005).
[2]Le % d'aliments gaspillés dans les aliments distribués peut souvent être supérieur à 3 % (Stucchi *et al.* 2005; MPO 2005).

Tableau 2.8. Résumé des données sur la vitesse du courant des mouillages de courantomètre à l'exploitation salmonicole de Cheney Head. Les valeurs indiquées sont fondées sur les enregistrements horaires de la vitesse du courant (voir tableau 2.1). Dans les zones proches du fond, une vitesse de courant d'environ 9,5 cm s^{-1} constitue le seuil de contrainte de cisaillement critique pour la remise en suspension selon le modèle DEPOMOD.

Zone de profondeur	Vitesse du courant (cm s^{-1})			% d'enregistrements proches du sol > 9,5 cm s^{-1}
	Minimale	Moyenne	Maximale	
Proche de la surface	1,7	15,2	42,7	
Mi-profondeur	2,2	15,5	39,4	
Proche du fond	2,2	14,9	39,7	69

Tableau 2.9. Le calcul du bilan massique à l'aide du modèle DEPOMOD pour les déchets provenant du site de Cheney Head, avec un niveau de stock proposé de 500 000 poissons répartis dans 15 cages, et la quantité de déchets déposés sur le fond marin dans le domaine du modèle (1 x 1 km) en utilisant les taux d'alimentation maximal et moyen proposés, avec et sans remise en suspension.

Taux d'alimentation total (kg d^{-1})	Déchets produits par kg d'aliments (kg)	Déchets produits totaux (kg C d^{-1})	% de déchets dans le domaine du modèle DEPOMOD	
			Sans remise en suspension	Avec remise en suspension
16 232 (maximal)	0,044	714	100	0
4 589 (moyen)	0,044	202	100	0

Tableau 2.10. Prévisions du modèle DEPOMOD de la superficie de zones selon leur taux de dépôt de carbone à l'exploitation salmonicole de Cheney Bay, avec un niveau de stock de 500 000 poissons répartis dans 15 cages, à l'aide du taux d'alimentation ***maximal*** *proposé (902 kg d^{-1} par cage), avec et sans remise en suspension. Les zones qui ont un taux de dépôt naturel (< 0,3 g C m^{-2} d^{-1}) sont exclues des zones oxiques A.*

Classification du site	Taux de dépôt de carbone (g C m^{-2} d^{-1})	Superficie de la zone (m^2) (taux d'alimentation maximal)		Changements dus à la remise en suspension	
		Sans remise en suspension	Avec remise en suspension	Superficie (m^2)	Changement en %
Oxique A	0,3-1,0	27 800	0	-27 800	-100
Oxique B	1,0-2,0	13 500	0	-13 500	-100
Hypoxique A	2,0-5,0	18 200	0	-18 200	-100
Hypoxique B	5,0-7,5	8 400	0	-8 400	-100
Hypoxique C	7,5-10,0	6 600	0	-6 600	-100
Anoxique	>10,0	33 800	0	-33 800	-100
> 5 g C m^{-2} d^{-1}	>5,0	48 800	0	-48 800	-100

Tableau 2.11. Prévisions du modèle DEPOMOD de la superficie de zones selon leur taux de dépôt de carbone à l'exploitation salmonicole de Cheney Bay, avec un niveau de stock de 500 000 poissons répartis dans 15 cages, à l'aide du taux d'alimentation ***moyen*** *proposé (255 kg d^{-1} par cage), avec et sans remise en suspension. Les zones qui ont un taux de dépôt naturel (< 0,3 g C m^{-2} d^{-1}) sont exclues des zones oxiques A.*

Classification du site	Taux de dépôt de carbone (g C m^{-2} d^{-1})	Superficie de la zone (m^2) (taux d'alimentation moyen)		Changements dus à la remise en suspension	
		Sans remise en suspension	Avec remise en suspension	Superficie (m^2)	Changement en %
Oxique A	0,3-1,0	22 400	0	-22 400	-100
Oxique B	1,0-2,0	14 200	0	-14 200	-100
Hypoxique A	2,0-5,0	34 200	0	-34 200	-100
Hypoxique B	5,0-7,5	7 400	0	-7 400	-100
Hypoxique C	7,5-10,0	0	0	0	0
Anoxique	>10,0	0	0	0	0
> 5 g C m^{-2} d^{-1}	>5,0	7 400	0	-7 400	-100

Tableau 2.12. Relation linéaire entre le taux d'alimentation (kg d^{-1} par cage) et le taux de dépôt de carbone prévu le plus élevé (g C m^{-2} d^{-1}) dans le domaine du modèle DEPOMOD pour Cheney Head, avec un niveau de stock de 500 000 poissons répartis dans 15 cages et sans remise en suspension. La relation est obtenue grâce aux taux de dépôt prévus les plus élevés selon trois taux d'alimentation : maximal, moyen et au milieu du cycle de grossissement. Aucune relation n'a été établie lorsque le module de remise en suspension était activé : selon tous les taux d'alimentation, aucun dépôt dans le domaine du modèle n'était prévu.

Site	Remise en suspension	Pente (*b*)	Point d'intersection avec l'axe des ordonnées (*a*)	r^2
Cheney Head (MF-503)	Désactivée	0,024	-0,012	1,0

Tableau 2.13. Taux d'alimentation maximal et taux de mise en charge pour maintenir le taux de dépôt de carbone prévu inférieur ou égal à 5 g C m^{-2} d^{-1} dans toutes les cellules de la grille du domaine du modèle DEPOMOD pour Cheney Head, avec un niveau de stock de 500 000 poissons répartis dans 15 cages et sans remise en suspension.

Site	Remise en suspension	Niveau de stock proposé (nombre de poissons par cage)	Taux de dépôt prévu le plus élevé à l'aide du taux d'alimentation maximal proposé (g C m^{-2} d^{-1})	Taux d'alimentation (kg d^{-1} par cage) pour maintenir un taux de dépôt ≤ 5 g C m^{-2} d^{-1} dans toutes les cellules de grille	Nombre de poissons par cage pour maintenir un taux de dépôt ≤ 5 g C m^{-2} d^{-1} au moment de l'alimentation la plus intense
Cheney Head	Désactivée	27 777	22,0	205	6 300

Tableau 2.14. Comparaisons des concentrations en sulfures des sédiments du premier niveau et des taux de dépôt de carbone prévus par le modèle DEPOMOD à l'exploitation salmonicole de Cheney Head, avec un niveau de stock total de 100 000 poissons répartis dans cinq cages, à l'aide des taux d'alimentation réels relevés au moment de la surveillance du premier niveau effectuée en 2010 et en 2011 (voir tableau 2.13) et sans remise en suspension. Lorsque le module de remise en suspension était activé, le modèle DEPOMOD ne prévoyait aucun dépôt de carbone dans le domaine du modèle au cours des deux années. Les valeurs de sulfure aux premier et deuxième niveaux représentent des moyennes de trois sous-échantillons à chaque emplacement; les valeurs de sulfure maximales représentent le maximum des six sous-échantillons de chaque année; au cours des deux années, le maximum était atteint au deuxième niveau. Au cours des deux années, le taux de dépôt de carbone maximal prévu par le modèle DEPOMOD se trouvait à moins de 15 m de la station de surveillance du deuxième niveau.

		Sulfure du sédiment (Niveau 1)		Prévision du modèle DEPOMOD (sans remise en suspension)	
Année	Emplacement d'échantillonnage	Concentration (µM)	Classification	Taux de dépôt (g C m^{-2} d^{-1})	Classification
2010	Niveau 1	222	Oxique A	1,3	Oxique B
	Niveau 2	476	Oxique A	2,9	Hypoxique A
	Maximum	713	Oxique A	3,4	Hypoxique A
2011	Niveau 1	219	Oxique A	13,1	Anoxique
	Niveau 2	1 191	Oxique B	19,1	Anoxique
	Maximum	1 580	Hypoxique A	22,1	Anoxique

Tableau 2.15. Prévisions du modèle DEPOMOD de la superficie de zones selon leur taux de dépôt de carbone à l'exploitation salmonicole de Cheney Head, avec un niveau de stock total de 100 000 poissons répartis dans cinq cages, à l'aide des taux d'alimentation réels relevés au moment de la surveillance du premier niveau effectuée en 2010 et en 2011 (voir tableau 2.13), avec et sans remise en suspension. Les zones qui ont un taux de dépôt naturel (< 0,3 g C m^{-2} d^{-1}) sont exclues des zones oxiques A.

Classification du site	Taux de dépôt de carbone (g C m^{-2} d^{-1})	Superficie de la zone (m^2) Taux d'alimentation du 29 août au 25 septembre 2010		Superficie de la zone (m^2) Taux d'alimentation du 28 août au 24 septembre 2011	
		Sans remise en suspension	Avec remise en suspension	Sans remise en suspension	Avec remise en suspension
Oxique A	0,3-1,0	12 200	0	15 900	0
Oxique B	1,0-2,0	6 600	0	7 700	0
Hypoxique A	2,0-5,0	5 800	0	9 300	0
Hypoxique B	5,0-7,5	0	0	3 600	0
Hypoxique C	7,5-10,0	0	0	2 500	0
Anoxique	>10,0	0	0	8 800	0
> 5 g C m^{-2} d^{-1}	>5,0	0	0	14 900	0

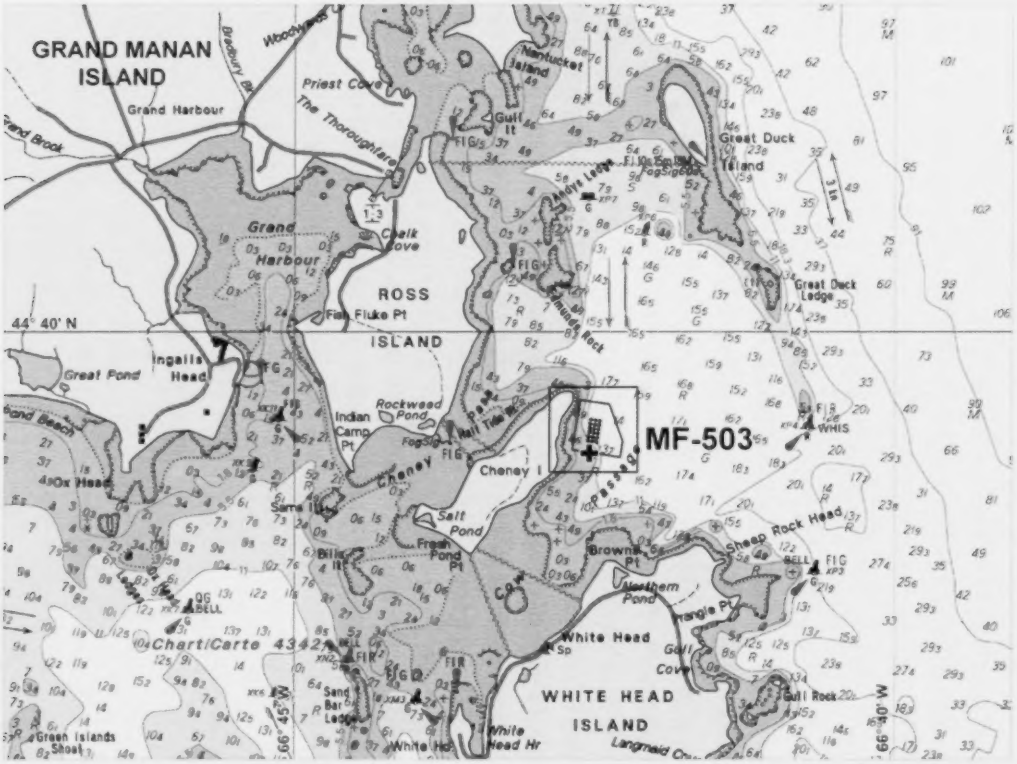

Figure 2.1. Carte de la région du sud-ouest de l'île Grand Manan qui démontre l'emplacement de l'exploitation salmonicole de Cheney Head (MF-503). Le carré représente l'étendue du domaine du modèle DEPOMOD. Le polygone faisant partie du carré représente les limites des concessions. La croix indique l'emplacement du mouillage du courantomètre (CM308). L'arrière-plan est la carte 4340 du Service hydrographique du Canada : Grand Manan (2003).

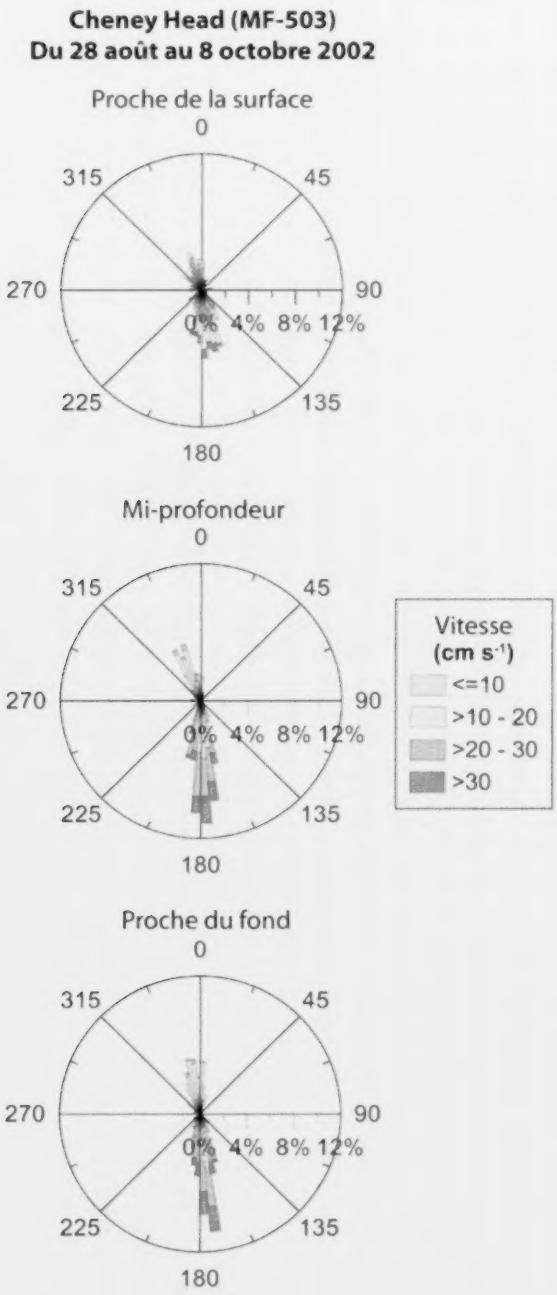

Figure 2.2. Rosaces directionnelles du courant obtenues lors du mouillage de courantomètre CM308 (profileur de courant à effet Doppler) à l'exploitation salmonicole de Cheney Head (MF-503). Les données illustrent les données des enregistrements horaires pour trois zones de profondeur : proche de la surface (rangée du haut), à mi-profondeur (rangée du milieu) et proche du fond (rangée du bas).

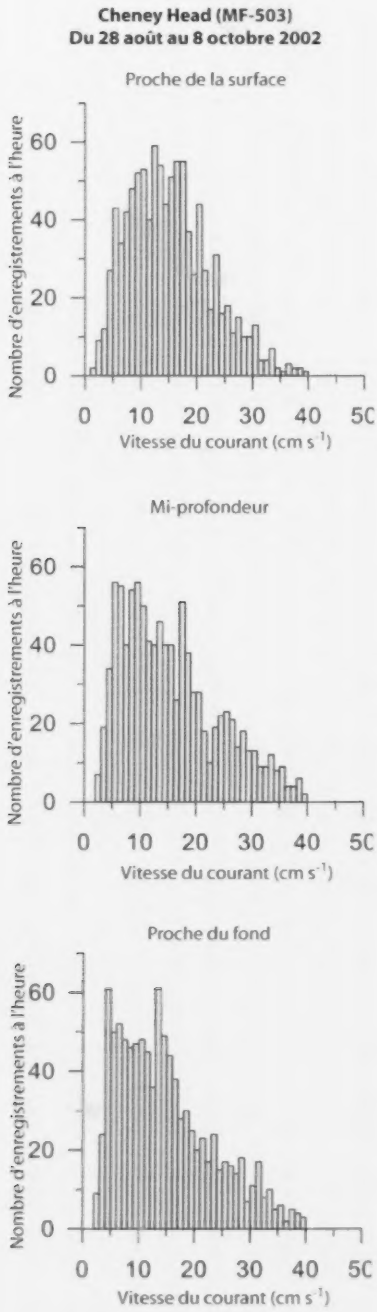

Figure 2.3. Histogrammes de la vitesse du courant obtenus lors du mouillage de courantomètre CM308 (profileur de courant à effet Doppler) à l'exploitation salmonicole de Cheney Head (MF-503). Les données illustrent les données des enregistrements horaires pour trois zones de profondeur : proche de la surface (rangée du haut), à mi-profondeur (rangée du milieu) et proche du fond (rangée du bas).

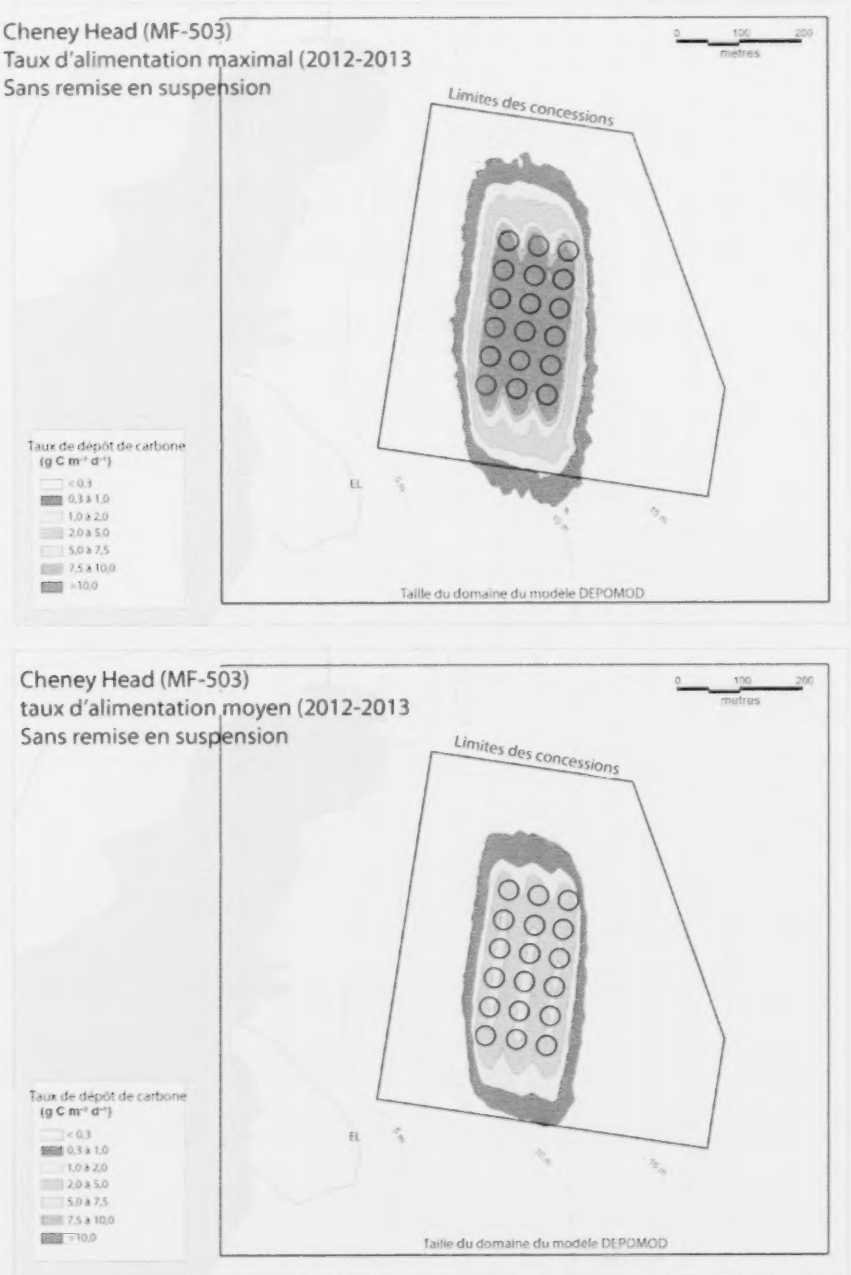

Figure 2.4. Tracés de contours des taux de dépôt de carbone prévus par le modèle DEPOMOD (sans remise en suspension) à l'exploitation salmonicole de Cheney Head (MF-503), avec un total de 500 000 poissons répartis dans 18 cages, en utilisant le taux d'alimentation ***maximal*** *proposé (902 kg d^{-1} par cage; en haut) et le taux d'alimentation* ***moyen*** *proposé (255 kg d^{-1} par cage; en bas). Lorsque le module de remise en suspension était activé, aucun dépôt de déchets n'était prévu dans le domaine du modèle aux deux taux d'alimentation.*

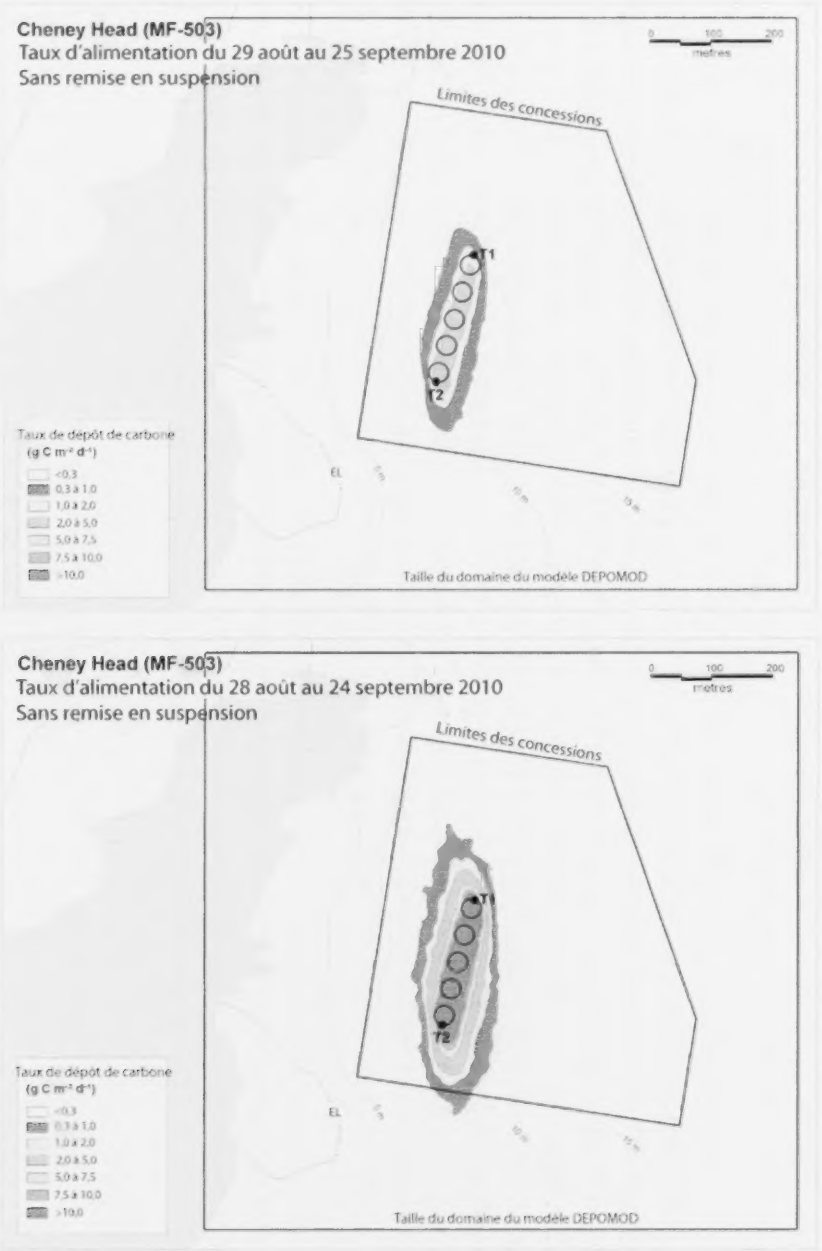

Figure 2.5. Tracés de contours des taux de dépôt de carbone prévus par le modèle DEPOMOD (sans remise en suspension) à l'exploitation salmonicole de Cheney Head (MF-503), avec un total de 100 000 poissons répartis dans cinq cages, en utilisant les taux d'alimentation réels relevés au moment de la surveillance du premier niveau effectuée en septembre 2010 (moyenne de 160 kg d^{-1} par cage; en haut) et en septembre 2011 (moyenne de 1 069 kg d^{-1} par cage; en bas). Lorsque le module de remise en suspension était activé, il n'y avait aucun dépôt de déchets dans le domaine du modèle (au cours des deux années). Les points noirs indiquent les emplacements des échantillons du premier niveau (niveau 1 et niveau 2). Les cercles indiquent les emplacements approximatifs des cages.

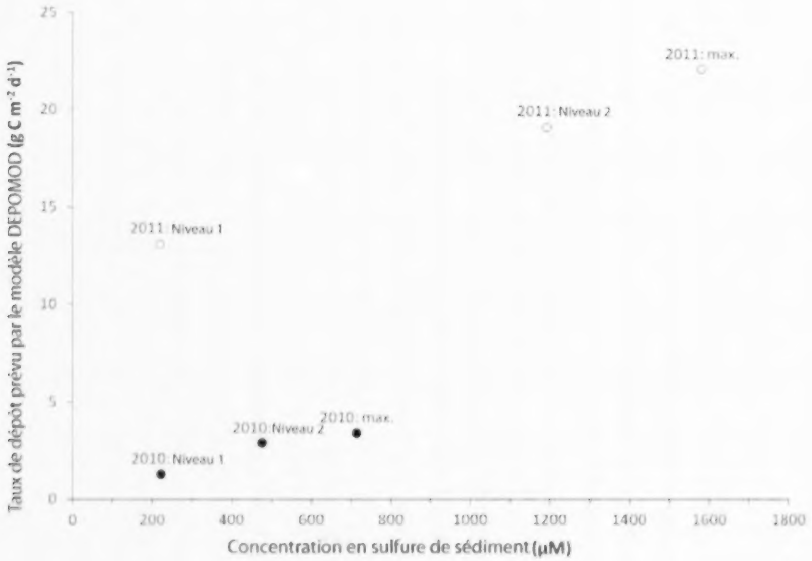

Figure 2.6. Relations entre les concentrations en sulfure des sédiments lors de la surveillance du premier niveau par rapport aux taux de dépôt de carbone prévus par le modèle DEPOMOD (sans remise en suspension) à l'exploitation salmonicole de Cheney Head (MF-503), avec environ 100 000 poissons répartis dans cinq cages. La surveillance du premier niveau a été effectuée en septembre 2010 (●) et en septembre 2011 (○). Les valeurs de sulfure indiquées représentent les moyennes de trois sous-échantillons aux stations de surveillance des premier et deuxième niveaux, de même que le maximum de l'ensemble des six échantillons de chaque année. Les valeurs du modèle DEPOMOD représentent les taux de dépôt prévus aux emplacements du niveau 1 et du niveau 2, ainsi que le maximum de toutes les valeurs observées dans le domaine du modèle DEPOMOD en utilisant les taux d'alimentation relevés au moment de la surveillance du premier niveau; durant les deux années, les taux de dépôt maximaux prévus se situaient près du niveau 2.

Références

Cromey, C.J., Nickell, T.D., and Black, K.D. 2000. DEPOMOD (v2.2.1) user manual. Scottish Environment Protection Agency, Stirling, UK.

Cromey, C.J., Nickell, T.D., and Black, K.D. 2002. DEPOMOD – modelling the deposition and biological effects of waste solids from marine cage farms. Aquaculture 214: 211-239.

Hargrave, B.T. 1994. A benthic enrichment index. *In:* Modelling benthic impacts of organic enrichment from marine aquaculture. Edited by B.T. Hargrave. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1949: 79-91.

MENVNB (ministère de l'Environnement du Nouveau-Brunswick). 2006. Le Programme de gestion environnementale pour l'industrie aquacole des poissons de mer en cage au Nouveau-Brunswick, version 2.0. MENVNB, Fredericton (N.-B.). 21 p. Accès : http://www.gnb.ca/0009/0369/0017/pdfs/0010-f.pdf (consulté en juillet 2012).

MPO. 2005. Évaluation de la pisciculture en cages dans le milieu marin. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2005/034.

Petersen, S.A., Sutherland, T.F., and Higgs, D. 2005. Physical and chemical characterization of salmonid feed pellets. Can. Data. Rep. Fish. Aquat. Sci. 1159: iv + 12 p.

Stucchi, D.J., and Chamberlain, J. 2005. DEPOMOD Canada Methods and Settings V2.0. Fisheries and Oceans Canada, Pacific Region. (document inédit).

Stucchi, D., Sutherland, T., Levings, C., and Higgs, D. 2005. Near-field depositional model for salmon aquaculture waste. Hdb. Env. Chem. 5(M): 1-23.

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région des Maritimes
Pêches et Océans Canada
C.P. 1006, succursale B203
Dartmouth (Nouvelle-Écosse)
Canada B2Y 4A2

Téléphone : 902-426-7070
Télécopieur : 902-426-5435
Courriel : XMARMRAP@mar.dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet : www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs

ISSN 1919-3793 (Imprimé)
ISSN 1919-3815 (En ligne)
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2013

An English version is available upon request at the above address.

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2013. Prévisions du modèle DEPOMOD pour un site aquacole à Cheney Head au Nouveau-Brunswick. Secr. can. de consult. sci. de MPO. Rép. des Sci. 2012/035.